

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-251422

(43)公開日 平成8年(1996)9月27日

| (51)Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------------------|-------|--------|---------------|---------|
| H 0 4 N | 1/415 | | H 0 4 N 1/415 | |
| G 0 6 T | 9/00 | | 1/41 | B |
| | 5/00 | | G 0 6 F 15/66 | 3 3 0 H |
| H 0 4 N | 1/409 | | 15/68 | 3 5 0 |
| | 1/41 | | H 0 4 N 1/40 | 1 0 1 D |
| 審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁) 最終頁に続く | | | | |

(21)出願番号 特願平7-48871

(22)出願日 平成7年(1995)3月8日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 川阪 安樹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

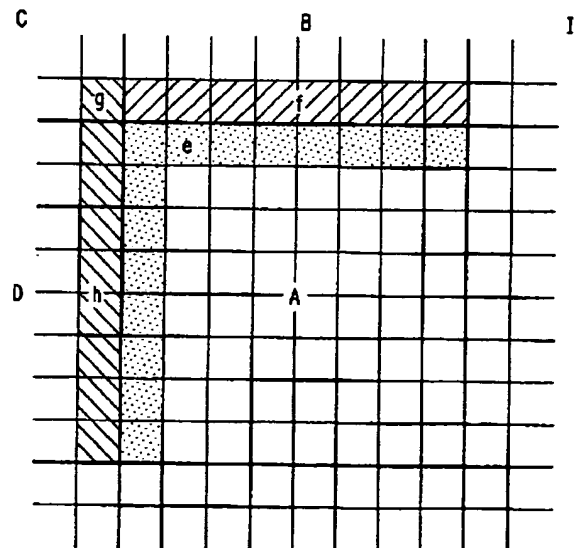
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 ブロック歪み補正器及び画像信号伸張装置

(57)【要約】

【目的】 画像データの受信側にて、画像ブロックが復元された後、ブロック歪み補正を行うまでの無駄な待ち時間をなくして、効率の良いブロック歪み補正処理により、画像データの信号処理を高速化する。

【構成】 復元画像データのブロック歪み補正処理が行われようとしている未補正画像ブロックAに隣接する、該未補正画像ブロックの復元以前に復元されている隣接画像ブロックB～Dの復元画像データであって、該未処理画像ブロックAに隣接する領域f, g, hの復元画像データを用いて、該未補正画像ブロックAにおける、該隣接画像ブロックB～Dと接する境界領域eの復元画素データに対して、ブロック歪み補正処理のための演算処理を施すようにし、しかもこの際、画像ブロックAと画像ブロックB～Dとの間の画像データの信号レベル差を基準値と比較してエッジ検出を行い、信号レベル差が基準値より小さい時のみ、上記領域e, f, g, hの画像データについて、ブロック歪み補正を行うようにした。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定数の画素に対応する画像ブロック毎に情報圧縮されて伝送されてくる画像データを伸張処理により復元した復元画像データに対して、隣接画像ブロック間での復元画像データの歪を補正するブロック歪補正処理を施すブロック歪み補正器であって、隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データと、該被処理画素の画像ブロックとは異なる画像ブロック内の、該被処理画素の近傍に位置する画素の画像データとの信号レベル差を基準値と比較して、該隣接する画像ブロック境界に該画像データの歪みによるエッジが存在するか否かを検出するエッジ検出手段を有し、

該信号レベル差が該基準値未満である時のみ、該隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データに対して、該ブロック歪み補正処理を施すよう構成したブロック歪み補正器。

【請求項 2】 所定数の画素に対応する画像ブロック毎に情報圧縮されて伝送されてくる画像データを伸張処理により復元した各画像ブロックの復元画像データに対して、隣接画像ブロック間での復元画像データの歪を補正するブロック歪補正処理を順次施すブロック歪み補正器であって、

該復元画像データのブロック歪補正処理が行われようとしている未補正画像ブロックに隣接する、該未補正画像ブロックの復元以前に復元されている隣接画像ブロックの復元画像データであって、該未処理画像ブロックに隣接する画素の復元画像データを格納するデータ格納手段と、

該データ格納手段に格納した復元画像データを使用して、該未補正画像ブロックにおける、該隣接画像ブロックとの境界に位置する画素の復元画素データに対して、ブロック歪補正処理のための演算処理を施す演算処理手段とを備えたブロック歪み補正器。

【請求項 3】 所定数の画素に対応する画像ブロック毎に情報圧縮されて伝送されてくる画像データに伸張処理を施して復元画像データを作成する伸張処理手段と、該復元画像データに対して、隣接画像ブロック間での復元画像データの歪を補正するブロック歪補正処理を施すブロック歪み補正器とを備え、

該ブロック歪み補正器は、隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データと、該被処理画素の画像ブロックとは異なる画像ブロック内の、該被処理画素の近傍に位置する画素の画像データとの信号レベル差を基準値と比較して、該隣接する画像ブロック境界に該画像データの歪みによるエッジが存在するか否かを検出するエッジ検出手段を有し、

該信号レベル差が該基準値未満である時のみ、該隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データ

に対して、該ブロック歪み補正処理を施すよう構成したものである画像信号伸張装置。

【請求項 4】 所定数の画素に対応する画像ブロック毎に情報圧縮されて伝送されてくる画像データに伸張処理を施して各画像ブロック毎に復元画像データを作成する伸張処理手段と、

各画像ブロックの復元画像データに対して、隣接画像ブロック間での復元画像データの歪を補正するブロック歪補正処理を順次施すブロック歪み補正器とを備え、

10 該ブロック歪み補正器は、

該復元画像データのブロック歪補正処理が行われようとしている未補正画像ブロックに隣接する、該未補正画像ブロックの復元以前に復元されている隣接画像ブロックの復元画像データであって、該未処理画像ブロックに隣接する画素の復元画像データを格納するデータ格納手段と、

該データ格納手段に格納した復元画像データを使用して、該未補正画像ブロックにおける、該隣接画像ブロックとの境界に位置する画素の復元画素データに対して、ブロック歪補正処理のための演算処理を施す演算処理手段とを備えたものである画像信号伸張装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、ブロック歪み補正器及び画像信号伸張装置に関し、特に、画像情報をデジタルデータとして記憶又は伝送できるよう所定の画像ブロック毎に高圧縮符号化された圧縮画像データに対して、該画像ブロック毎に伸張処理を施す画像信号伸張装置における、該画像ブロック間での歪みを補正するブロック歪み補正処理に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、デジタルの画像データを伝送したり記憶したりする場合、そのデータ量は膨大なものであることから、そのデジタル画像データを圧縮する方法として、2次元直交変換式を利用した画像データ符号化方法などの種々の方法が考えられてきた。その中でも、国際標準方式である H. 261 (テレビ電話/テレビ会議向け動画圧縮) においても採用されている DCT (離散コサイン変換) を利用した符号化方式がよく知られている。

【0003】このような符号化方式を用いたデータ伝送においては、画像データの送信側では、複数の画素をマトリクス状に配列してなる 1 表示画面に対応する入力画像データを、8×8 画素の画像ブロックを単位として分割し、該入力画像データに対して各画像ブロック毎に、DCT によるデータ変換処理、量子化処理、及び可変長符号化処理を施して送信する。また圧縮画像データの受信側では、上記分割された各画像ブロック毎に該圧縮画像データに対して伸張処理を施す。つまり各画像ブロック毎に上記符号化データの復号化、逆量子化、逆 DCT

を順次行って、復元画像データを作成する。

【0004】上記のような符号化を行う場合、高能率化するために量子化ステップ幅を大きくして圧縮率を上げると、逆変換して画像を再生するときにDCT出力を線形和することから再生画像の劣化を起こすこととなる。また、これらの伸張処理は画像ブロック毎に行っているため、各画像ブロック間で復元された画像データの歪みが発生し、復元画像データが著しく劣化するという問題があった。

【0005】そこでそのようなブロック歪みを少なくするために、復元画像データをローパスフィルタにより処理して、画像ブロックの境界部分にエッジが現れるのを緩和する方法が考えられる。

【0006】このような方法については、特開平5-14735号公報に具体的な構成が開示されており、図7は、この公報開示の画像処理装置における画像伸張部を説明するためのブロック図である。

【0007】20はこの画像処理装置における画像伸張部で、画像ブロック毎に圧縮処理されて送られてくる画像データに対して、各画像ブロック毎に伸張処理を施すよう構成されており、送信側からの圧縮画像データである符号化データを画像ブロック毎に復号化する復号化器21と、該復号化された、各画像ブロックのデータに逆量子化処理を施す逆量子化器22と、その出力に逆DCT処理を施す逆DCT器24とを有している。

【0008】また、上記画像伸張部20には、復元された画像ブロックの画像データD6をブロック歪み補正に必要な分貯めてから出力する画像バッファ24が設けられ、該画像バッファの出力にはブロック歪み補正器としてのローパスフィルタ25が接続されており、上記画像データD6は該ローパスフィルタ25にてブロック歪み補正処理を施されて出力されるようになっている。

【0009】次に動作について説明する。

【0010】まず、符号化データD1は復号化器21により各画像ブロック毎に復号化され、該復号化データD2として逆量子化器22に出力される。この逆量子化器22では該復号化データD2に対して逆量子化処理が施され、これにより得られた逆量子化データD3が逆DCT器23に出力される。該逆DCT器23では、逆量子化データD3と、画像バッファ24からのマッチングデータD5とを使用して、該逆量子化データD3の逆DCT処理が行われ、復元された画像ブロックデータD4が画像バッファ24に出力される。該画像バッファ24では、復元画像ブロックデータD4がブロック歪み補正に必要な分蓄えられ、ローパスフィルタ（ブロック歪み補正器）25にブロック歪み補正用データD6が渡される。該ローパスフィルタ25ではそのデータD6を使用して、復元された画像データのブロック歪み補正処理が行われ、ブロック歪み補正された補正済復元データD7が出力される。

【0011】ところが、上記ローパスフィルタ25を用いてブロック歪み補正を行う方法では、伸張処理が施された画像ブロック境界部分に生じていた画素データの不連続性が、ブロック歪みによるものか、あるいは、ブロック境界付近で輝度が大きく変化している場合等の原画像の特性であるのかを判断できないという原理的な問題があった。例えば、1表示画面分の復元画像データに対してローパスフィルタ25により一様なブロック歪み補正処理を施すと、上記1表示画面内の画像の一部についてはフィルタの作用が弱くブロック歪みが十分除去されず、一方上記画像の他の部分については、フィルタの作用が強すぎて、ブロック境界付近で画像がぼけるという問題が生ずる。このような問題は、復元画像の画質を改善する上での大きな障害となっていた。

【0012】また、従来の画像信号伸張装置には、上記のような一様なブロック歪み補正処理ではなく、ブロック歪み補正を行うか否かを判断しながらブロック歪み補正処理を行うものがあり、そのブロック歪み補正方法について、図8及び図9を参照して説明する。

【0013】図8はブロック歪み補正処理の対象となっている画像ブロックにおけるブロック境界画素を示し、図9は該画像ブロック周辺での他の画像ブロックの配置を示している。

【0014】この方法は、画像ブロックAの周縁に位置する28個の画素（※印を付したもの）a1に対して、画像ブロックAに隣接する画像ブロックの画素データに基づいてブロック歪み補正を行うかどうかの判断をしながら、上記画素a1についてのブロック歪み補正処理を行うというものである。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】ところが、画像ブロック境界部分に生じていた画素データの不連続性が、ブロック歪みによるものか、あるいは、ブロック境界付近で輝度が大きく変化している場合等の原画像の特性によるものであるのかという判断は、画像データの送信側では、原画像の画像データを用いることにより実現可能であるが、画像データの受信側では、上記画素データの不連続性が、ブロック歪みによるものかあるいは原画像の特性によるものかの判断は、原画像の情報がないことから容易ではない。

【0016】このため、隣接画素ブロック間での画像データの値が一定値以上である場合にのみ、ブロック歪み補正を行うようにすると、上記と同様、原画像の特性によりブロック境界付近で輝度が大きく変化している場合には、ブロック歪み補正処理により復元画像の画質が大きく劣化してしまうという問題がある。

【0017】また、図8に示すようなブロック歪み補正処理を実現するためには、現在ブロック歪み補正処理を行おうとしている画像ブロックAに対して、その周辺の画像ブロックB、画像ブロックD、画像ブロックF、画

像ブロックHが既に再生画像として存在する必要があった(図9参照)。

【0018】つまり、送信側から各画像ブロック毎に順次伝送されてくる圧縮された画像信号は、例えば図10に示すように1表示画面上では、各行の左側端から右側端へ、かつ上端の行から下端の行へと各ブロック単位で並べられる。なお、各画像ブロックに対応する画像信号の伝送の順番は、図10に示すものの他に、画像信号が1表示画面上で、各列の上側端から下側端へ、かつ左端の列から右端の列へと並べられるもの、さらにこれらの配列順序において、その左右方向の配列順序が異なるもの、あるいは上下方向の配列順序が異なるものなど、様々なものがある。

【0019】このため、例えば、図10に示す15番目の画像ブロックのブロック歪み補正を行おうとすれば、26番目の画像ブロックの圧縮画像信号が伸張処理により再生されるまで、上記ブロック歪み補正処理を待たなければならない。

【0020】即ち、15番目の画像ブロックのブロック歪み補正は、該15番目の画像ブロックに対する再生信号が得られた後、11個の画像ブロックの画像再生処理に要する時間待ってから、初めて行われることとなる。

【0021】このため、特にデータ通信において動画情報などを扱う場合には、上記のようなブロック歪み補正を行うまでの待ち時間が大きな問題となる。

【0022】本発明はこのような従来の問題点を解決するためになされたもので、画像データの受信側にて、ブロック歪み補正を行うまでの無駄な待ち時間をなくして、効率の良いブロック歪み補正を行うことができるブロック歪み補正器及び画像信号伸張装置を得ることが本発明の目的である。

【0023】

【課題を解決するための手段】この発明に係るブロック歪み補正器は、所定数の画素に対応する画像ブロック毎に情報圧縮されて伝送されてくる画像データを伸張処理により復元した復元画像データに対して、隣接画像ブロック間での復元画像データの歪を補正するブロック歪み補正処理を施すブロック歪み補正器である。このブロック歪み補正器は、隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データと、該被処理画素の画像ブロックとは異なる画像ブロック内の、該被処理画素の近傍に位置する画素の画像データとの信号レベル差を基準値と比較して、該隣接する画像ブロック境界に該画像データの歪みによるエッジが存在するか否かを検出するエッジ検出手段を有し、該信号レベル差が該基準値未満である時のみ、該隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データに対して、該ブロック歪み補正処理を施すよう構成されている。そのことにより上記目的が達成される。

【0024】この発明に係るブロック歪み補正器は、所

定数の画素に対応する画像ブロック毎に情報圧縮されて伝送されてくる画像データを伸張処理により復元した各画像ブロックの復元画像データに対して、隣接画像ブロック間での復元画像データの歪を補正するブロック歪み補正処理を順次施すブロック歪み補正器である。このブロック歪み補正器は、該復元画像データのブロック歪み補正処理が行われようとしている未補正画像ブロックに隣接する、該未補正画像ブロックの復元以前に復元されている隣接画像ブロックの復元画像データであって、該未処理画像ブロックに隣接する画素の復元画像データを格納するデータ格納手段と、該データ格納手段に格納した復元画像データを使用して、該未補正画像ブロックにおける、該隣接画像ブロックとの境界に位置する画素の復元画素データに対して、ブロック歪み補正処理のための演算処理を施す演算処理手段とを備えている。そのことにより上記目的が達成される。

【0025】この発明に係る画像信号伸張装置は、所定数の画素に対応する画像ブロック毎に情報圧縮されて伝送されてくる画像データに伸張処理を施して復元画像データを作成する伸張処理手段と、該復元画像データに対して、隣接画像ブロック間での復元画像データの歪を補正するブロック歪み補正処理を施すブロック歪み補正器とを備えている。該ブロック歪み補正器は、隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データと、該被処理画素の画像ブロックとは異なる画像ブロック内の、該被処理画素の近傍に位置する画素の画像データとの信号レベル差を基準値と比較して、該隣接する画像ブロック境界に該画像データの歪みによるエッジが存在するか否かを検出するエッジ検出手段を有し、該信号レベル差が該基準値未満である時のみ、該隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データに対して、該ブロック歪み補正処理を施すよう構成されている。そのことにより上記目的が達成される。

【0026】この発明に係る画像信号伸張装置は、所定数の画素に対応する画像ブロック毎に情報圧縮されて伝送されてくる画像データに伸張処理を施して各画像ブロック毎に復元画像データを作成する伸張処理手段と、各画像ブロックの復元画像データに対して、隣接画像ブロック間での復元画像データの歪を補正するブロック歪み補正処理を順次施すブロック歪み補正器とを備えている。このブロック歪み補正器は、該復元画像データのブロック歪み補正処理が行われようとしている未補正画像ブロックに隣接する、該未補正画像ブロックの復元以前に復元されている隣接画像ブロックの復元画像データであって、該未処理画像ブロックに隣接する画素の復元画像データを格納するデータ格納手段と、該データ格納手段に格納した復元画像データを使用して、該未補正画像ブロックにおける、該隣接画像ブロックとの境界に位置する画素の復元画素データに対して、ブロック歪み補正処理のための演算処理を施す演算処理手段とを備えている。そ

のことににより上記目的が達成される。

【0027】

【作用】この発明においては、隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データと、該被処理画素の画像ブロックとは異なる画像ブロック内の、該被処理画素の近傍に位置する画素の画像データとの信号レベル差を基準値と比較して、該隣接する画像ブロック境界に該画像データの歪みによるエッジが存在するか否かを検出するエッジ検出手段を備え、該信号レベル差が該基準値未満である時のみ、該隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データに対して、該ブロック歪み補正処理を施すようにしたから、画像ブロック境界部分に生じていた画素データの不連続性が一定の基準より大きい場合には、その不連続性がブロック歪みによるものか、あるいは原画像の特性によるものかに拘らず、画像データのブロック歪み補正は行われず、画素データの不連続性が一定の基準より小さい場合にのみ画像データのブロック歪み補正が行われる。

【0028】これにより、上記基準値を、ブロック歪みとして現れる隣接画像ブロック間での画像データの信号レベル差を考慮して設定することにより、大部分のブロック歪みによるエッジを検出することが可能である。また、原画像の特性によりブロック境界付近で輝度が大きく変化している場合に匹敵する程度の、上記基準値以上のブロック歪みによる画像データの信号レベル差は、その発生頻度が上記基準値以下のブロック歪みによる画像データの信号レベル差に比べて小さいものであるため、簡単な回路構成により、ブロック歪み補正処理による復元画像の画質の劣化を抑えつつ、つまり画像全体がぼけるのを抑えつつ、ブロック歪み補正を行うことができる。

【0029】また、この発明においては、復元画像データのブロック歪み補正処理が行われようとしている未補正画像ブロックに隣接する、該未補正画像ブロックの復元以前に復元されている隣接画像ブロックの復元画像データであって、該未補正画像ブロックに隣接する画素の復元画像データを用いて、該未補正画像ブロックにおける、該隣接画像ブロックとの境界に位置する画素の復元画素データに対して、ブロック歪み補正処理のための演算処理を施すようにしたので、未補正画像ブロックに対するブロック歪み補正処理を、他の画像ブロックの画像データが復元されるのを待つことなく、この未補正の画像ブロックの画像データの復元後直ちに行うことができる。これにより画像データの受信側にて、画像データの再生のための信号処理に要する時間を大幅に短縮でき、信号処理を高速化できる。

【0030】

【実施例】まず、本発明の基本原理解について図2及び図5を用いて説明する。

【0031】図5は画像データが図10に示す順序で画

像ブロック毎に復元（以下、再生ともいう。）される際の再生画像ブロック（ 8×8 画素）の配置を示している。図において、Aは、ブロック歪み補正処理が施されようとしている再生画像ブロック、Bは、該再生画像ブロックAの上側辺に接する再生画像ブロック、Dは、該再生画像ブロックAの左側辺に接する再生画像ブロック、Cは、該再生画像ブロックAの左上の角に接する再生画像ブロックであり、上記再生画像ブロックB～Dは、画像ブロックAの画像データが再生された時点ですでにその画像データの再生が完了しているものである。

【0032】図2は本発明のブロック歪み補正のための回路構成の主要部を示す図であり、27は復元画像データ（以下、再生画像データともいう。）を格納するバッファ部、28は該バッファ部27に格納された画像データに基づいて、再生画像ブロックの所定領域の画像データに対してブロック歪み補正処理を施す演算回路部である。

【0033】本発明では、再生画像ブロックAのブロック歪み補正は、再生画像ブロックAの領域eの画素データとともに、該再生画像ブロックAの周辺にすでに再生されている再生画像ブロックBの領域f、再生画像ブロックCの領域g、及び再生画像ブロックDの領域hの画素データをバッファ部27に格納し、これらの領域e～hの画素に対して、エッジ判定をしながら行われる。

【0034】従って、本発明では、ブロック歪み補正を行うための基本的な回路構成は、上記各再生画像ブロックの領域e～hの画像データを格納するバッファ部27と、該バッファ部27に格納された画像データに基づいてブロック歪み補正のための演算を行う演算回路部28とから構成される非常に簡単なものとなる。

【0035】以下、本発明の実施例について説明する。

【0036】図1は本発明の一実施例による画像信号伸張装置の概略構成を示すブロック図である。図において、100は本実施例のh、261準拠の画像信号伸張装置であり、図7と同一符号は従来の画像信号伸張装置と同一のものを示している。該画像信号伸張装置100は、ブロック歪み補正を行うための補正用データD9を格納するバッファ回路130と、逆DCT器23から出力される各画像ブロックに対応する復元画像データD4を受け、上記バッファ回路130に格納された補正用データD8に基づいて、該画像ブロックの所定領域の画素データに対して、エッジ検出を行いつつブロック歪み補正処理を施すブロック歪み補正器120とを有している。

【0037】図4は上記ブロック歪み補正器120内に設けられたバッファ部27及び演算回路部28の具体的な構成を示している。

【0038】すなわち、上記バッファ回路130は、例えば図9で言えば、再生画像ブロックC、B、1の属する横一列の画像ブロックの画像データを格納するもので

ある。また、上記バッファ部27は、図5に示す再生画像ブロックAの領域eの画素データを格納する第1のバッファ27eと、再生画像ブロックBの領域fの画素データを格納する第2のバッファ27fと、再生画像ブロックDの領域hの画素データ及び再生画像ブロックCの領域gの画素データを格納する第3のバッファ27hと、再生画像ブロックAの領域e以外の領域の画素データを格納する第4のバッファ27aとを有している。

【0039】また該バッファ部27の入力側には、上記逆DCT器23からの画像データD4と、バッファ回路130からの補正用データD8と、演算回路部28からの補正用画像データD11とを、上記各バッファ27a、27e、27f、27hに切り換えて供給する第1のセクタ27bが設けられており、該バッファ部27の出力側には、上記各バッファ27a、27e、27f、27hに格納されている画像データを切り換えて、補正復元画像ブロックデータD12として画像バッファ24に、また補正用データD9としてバッファ回路130に出力する第2のセクタ27cが設けられている。

【0040】ここで、 X_{ij} ($-1 \leq i, j \leq 7$ の整数)は、上記各バッファにおける画像データの格納領域である。なお、以下説明の都合上、該各格納領域 X_{ij} ($-1 \leq i, j \leq 7$ の整数)に格納される画素データを x_{ij} ($-1 \leq i, j \leq 7$ の整数)で表す。

【0041】上記演算回路部28は、該バッファ27e、27f、27hからの画像データを選択する第3のセクタ28bと、該バッファ27e、27f、27hからの画像データを加算する第1の加算器28aと、上記第3のセクタ28bの出力と第1の加算器28aの出力とを比較する比較器28cと、該比較器28cを介して第1の加算器28aの出力及びセクタ28bの出力を受け、所定の画像データの加算演算を行う第2の加算器28dとを有している。

【0042】次に動作について説明する。

【0043】まず、符号化データD1が外部から復号化器21に入力されると、該復号化器21ではその復号化が行われ、復号化データD2が該逆量子化器22に供給される。該逆量子化器22では該復号化データD2の逆量子化が行われ、逆量子化データD3が逆DCT器23に供給される。この逆DCT器23では、逆量子化データD3の逆DCT処理が、画像バッファ24からの所定の画像データD5に基づいて行われ、対応する復元画像ブロックの画像データ(復元画像ブロックデータ)D4が作成される。

【0044】そして、ブロック歪み補正器120には、上記逆DCT器23から復元画像ブロックデータD4が供給され、バッファ回路130から該復元画像ブロック周辺の補正用データ(ブロック周辺データ)D8が供給される。

【0045】ここで、上記画像データD4は、図5に示

す太い点線で囲まれた画像ブロックAの画素データ、ブロック周辺データD8は図5に示す画像ブロックBの領域fの画素データである。

【0046】次に上記バッファ部27でのデータ格納処理について説明する。

【0047】図3は、上記バッファ部27におけるメモリマップを示しており、上述したように、上記第1のバッファ27eは、格納領域 X_{0j} ($0 \leq j \leq 7$ の整数)及び格納領域 X_{i0} ($1 \leq i \leq 7$ の整数)を有し、上記第2のバッファ27fは、格納領域 X_{-1j} ($0 \leq j \leq 7$ の整数)、上記第3のバッファ27hは格納領域 X_{i-1} ($-1 \leq i \leq 7$ の整数)を有している。また、第4のバッファ27aは、格納領域 X_{ij} ($1 \leq i, j \leq 7$ の整数)を有している。

【0048】上記ブロック周辺データD8は、該バッファ27fの格納領域 X_{-1j} ($0 \leq j \leq 7$ の整数)に、復元画像ブロックデータD4は、バッファ27eの格納領域 X_{0j} ($0 \leq j \leq 6$ の整数)及び格納領域 X_{i0} ($1 \leq i \leq 7$ の整数)、並びにバッファ27aの格納領域 X_{ij} ($1 \leq i \leq 7, 1 \leq j \leq 6$ の整数)に格納される。さらにバッファ27hの格納領域 X_{i-1} ($-1 \leq i \leq 7$ の整数)には、格納領域 X_{i7} ($-1 \leq i \leq 7$ の整数)に格納された、前回の復元画像ブロックデータ x_{i7} ($-1 \leq i \leq 7$ の整数)がコピーされる。

【0049】上記ブロック歪み補正処理では、上記バッファ部27と演算回路部28との間でデータの受渡しが行われるが、この際のデータの流れを、補正処理を施す画素データが格納領域 X_{2-1} 、 X_{20} のもの x_{2-1} 、 x_{20} である場合を例に挙げて説明する。なお、上記格納領域 X_{ij} ($-1 \leq i, j \leq 7$ の整数)に格納されている画像データ x_{ij} ($-1 \leq i, j \leq 7$ の整数)は、各画像ブロックにおける個々の画素に対応するものであり、以下、説明の都合上、格納領域 X_{ij} ($-1 \leq i, j \leq 7$ の整数)を画素ともいう。

【0050】まず、バッファ部27は演算回路部28に画素データD10を渡す。この画素データD10は、補正処理の対象となっている画素 X_{2-1} 、 X_{20} の画像データ x_{2-1} 、 x_{20} と、その上下近傍の画素 X_{1-1} 、 X_{2-1} 、 X_{3-1} 、 X_{10} 、 X_{20} 、 X_{30} の画素データ x_{1-1} 、 x_{2-1} 、 x_{3-1} 、 x_{10} 、 x_{20} 、 x_{30} である。また、画素 X_{-1j} 、 X_{0j} ($0 \leq i \leq 7$ の整数)の画像データ間でのブロック歪み補正を行う場合は、補正対象となっている画素 X_{-1j} 、 X_{0j} ($0 \leq j \leq 7$ の整数)の左右近傍の画素について、補正処理のための画素データの組を作る。

【0051】上記演算回路部28では、以下のアルゴリズムでエッジの有無を判定し、この判定結果に応じてブロック歪み補正を行う。

【0052】上記演算回路部28の第1の加算器28aは、上記バッファ部27の第1、第2、第3のバッファ27e、27f、27hから供給される画像データD1

0に基づいて、下記の(1)式及び(2)式に示す演算を行う。これによりエッジ判定用画素値が作成される。*

$$x_{20}' = (x_{1-1} + x_{2-1} + x_{3-1}) / 3 \quad \dots (1)$$

$$x_{2-1}' = (x_{10} + x_{20} + x_{30}) / 3 \quad \dots (2)$$

ここで、 x_{20}' は、画素データ x_{20} と比較される比較用画素値、 x_{2-1}' は、画素データ x_{2-1} と比較される比較用画素値である。

【0054】次に、上記演算回路ブロック28の比較器28cでは、比較用画素値 x_{20}' と画素データ x_{20} との信号レベル差をしきい値(基準値) α と比較し、比較用画素値 x_{2-1}' と画素データ x_{2-1} との信号レベル差をしきい値(基準値) α と比較して、各画素データ x_{20} 、 x_{2-1} についてエッジ判定を行う。

【0055】すなわち、 $|x_{20}' - x_{20}| < \text{しきい値 } \alpha$ の関係が成立すれば、エッジが存在すると判定し、上記比較用画素値 x_{20}' 及び画素データ x_{20} を第2の加算器28dに送る。このとき、上記第2の加算器28dでは、比較器28cからの比較用画素値 x_{20}' 及び画素データ x_{20} に対して、下記(3)式に示す演算を行って、画素データ x_{20} に対する歪み補正用画素データ x_{20}'' を作成し、上記バッファ部27の格納領域 X_{20} に送り返す。

【0056】

$$x_{20}'' = (x_{20} + x_{20}') / 2 \quad \dots (3)$$

一方、この関係が不成立であれば、エッジが存在しないと判定し、歪み補正用画素データ x_{20}'' を $x_{20}'' = x_{20}$ とし、上記バッファ部27の格納領域 X_{20} に送り返す。つまり、画素データ x_{20} の歪み補正は行われない。

【0057】同様に $|x_{2-1}' - x_{2-1}| < \text{しきい値 } \alpha$ の関係が成立すれば、エッジが存在すると判定し、比較用画素値 x_{2-1}' と画素データ x_{2-1} を上記第2の加算器28dに送る。このとき、上記第2の加算器28dでは、比較器28cからの比較用画素値 x_{2-1}' 及び画素データ x_{2-1} に対して、下記(4)式に示す演算を行って、画素データ x_{2-1} に対する歪み補正用画素データ x_{2-1}'' を作成し、これを上記バッファ部27の格納領域 X_{2-1} に送り返す。

【0058】

$$x_{2-1}'' = (x_{2-1} + x_{2-1}') / 2 \quad \dots (4)$$

一方、この関係が不成立であれば、エッジが存在しないと判定し、歪み補正用画素データ x_{2-1}'' を $x_{2-1}'' = x_{2-1}$ とし、上記バッファ部27の格納領域 X_{2-1} に送り返す。つまり画素データ x_{2-1} の歪み補正は行われない。

【0059】以上のアルゴリズムによりエッジ判定を行った後、補正画素データ $D11$ として、上記歪み補正用画素データ x_{20}'' 、 x_{2-1}'' をバッファ27に返す一連の処理を、画素データ x_{-10} 、 x_{-12} 、 x_{-14} 、 x_{-16} 、 x_{00} 、 x_{02} 、 x_{04} 、 x_{06} 、 x_{20} 、 x_{40} 、 x_{60} 、 x_{0-1} 、 x_{2-1} 、 x_{4-1} 、 x_{6-1} に対して行くと、図6に示すよう

*【0053】

に、図5の領域e、領域f、領域hにおける、※印で示す画素 x_{-1j} 及び x_{0j} ($j=0, 2, 4, 6$)、並びに x_{i0} ($i=2, 4, 6$) 及び x_{i-1} ($i=0, 2, 4, 6$) に対してブロック歪み補正処理が行われたことになる。

【0060】次に図6において△印で示す画素についてのブロック歪み補正を行う。△印の画素 x_{-1j} 、 x_{0j} ($j=1, 3, 5$) に対しては、その左右近傍の※印の画像を、また、△印の画素 x_{i-1} 、 x_{i0} ($i=1, 3, 5$) に対しては、その上下近傍の※印の画像を使用し、さらに△印の画素 x_{-1-1} に対してはその近傍の※印の画素を使用して以下のアルゴリズムにてブロック歪み補正を行う。

【0061】以下、補正を行う画素が x_{3-1} 、 x_{30} である場合について説明する。なお、以下の説明で、 x_{3-1} 、 x_{30} は、画素データ x_{3-1} 、 x_{30} に対応する歪み補正用画素データである。

【0062】上記比較器28cでは、第1のバッファ27e及び第3のバッファ27hからセクタ28bを介して送られてくる画像データの比較により画素データ x_{3-1} 、 x_{30} についてエッジ判定を行う。

【0063】すなわち、 $|x_{20} - x_{40}| < \text{しきい値 } \alpha$ の関係が成立すれば、エッジが存在すると判定し、上記画素データ x_{20} 、 x_{30} 、 x_{40} を第2の加算器28dに送る。このとき、上記第2の加算器28dでは、比較器28cからの画素データ x_{20} 、 x_{30} 、 x_{40} に対して、下記(5)式に示す演算を行って、画素データ x_{30} に対する歪み補正用画素データ x_{30}'' を作成し、上記バッファ部27の格納領域 X_{30} に送り返す。

【0064】

$$x_{30}'' = (x_{20} + x_{30} + x_{40}) / 3 \quad \dots (5)$$

一方、この関係が不成立であれば、エッジが存在しないと判定し、歪み補正用画素データ x_{30}'' を $x_{30}'' = x_{30}$ とし、上記バッファ部27の格納領域 X_{30} に送り返す。つまり画素データ x_{30} の歪み補正は行われない。

【0065】同様に $|x_{2-1} - x_{4-1}| < \text{しきい値 } \alpha$ の関係が成立すれば、エッジが存在すると判定し、画素データ x_{2-1} 、 x_{3-1} 、 x_{4-1} を上記第2の加算器28dに送る。このとき、上記第2の加算器28dでは、比較器28cからの画素データ x_{2-1} 、 x_{3-1} 、 x_{4-1} に対して、下記(6)式に示す演算を行って、画素データ x_{3-1} に対する歪み補正用画素データ x_{3-1}'' を作成し、これを上記バッファ部27の格納領域 X_{3-1} に送り返す。

【0066】

$$x_{3-1}'' = (x_{2-1} + x_{3-1} + x_{4-1}) / 3 \quad \dots (6)$$

一方、この関係が不成立であれば、エッジが存在しない

と判定し、歪み補正用画像データ x_{3-1} を $x_{3-1} = x_{3-1}$ とし、上記バッファ部 27 の格納領域 X_{3-1} に送り返す。つまり画像データ x_{3-1} の歪み補正は行われない。

【0067】最後に、補正を行う画像が X_{-1-1} である場合について説明する。以下の説明で、 x_{-1-1} は、画像データ x_{-1-1} に対応する歪み補正用画像データである。

【0068】上記比較器 28 c では、第 1 のバッファ 27 e、第 2 のバッファ 27 f 及び第 3 のバッファ 27 h からの画像データの比較により画像データ x_{-1-1} について

$$x_{-1-1} = (x_{0-1} + x_{-1-1} + x_{-10}) / 3 \quad \dots (7)$$

一方、この関係が不成立であれば、エッジが存在しないと判定し、歪み補正用画像データ x_{-1-1} を $x_{-1-1} = x_{-1-1}$ とし、上記バッファ部 27 の格納領域 X_{-1-1} に送り返す。つまり画像データ x_{-1-1} の歪み補正は行われない。

【0071】上記のような歪み補正処理が図 5 に示す領域 e、領域 f、領域 h の画像データに対して行われると、バッファ部 27 の画像データ x_{ij} ($-1 \leq i, j \leq 6$ の整数) が補正復元画像ブロックデータ D12 として画像バッファ 24 に出力される。この時、画像データ x_{ij} ($-1 \leq i \leq 7$ の整数) は、それぞれ画像 X_{i-1} ($-1 \leq i \leq 7$ の整数) にコピーされ、画像データ x_{7j} ($0 \leq j \leq 6$ の整数) に関しては補正用データ D9 としてバッファ回路 130 に供給される。

【0072】これらの処理を全ての復元画像ブロックの画像データ D4 に対して行い、各補正復元画像ブロックデータ D12 を作成し、画像バッファ 24 に供給すると、該画像バッファ 24 にて 1 枚の復元画像が完成される。この完成された歪み補正復元画像データ D7 は、外部の表示用器などにて画像表示される。

【0073】このように本実施例では、隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データと、該被処理画素の画像ブロックとは異なる画像ブロック内の、該被処理画素の近傍に位置する画素の画像データとの信号レベル差を基準値 α と比較して、該隣接する画像ブロック境界に該画像データの歪みによるエッジが存在するか否かを検出し、該信号レベル差が該基準値未満である時のみ、該隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データに対して、該ブロック歪み補正処理を施すようにしたので、画像ブロック境界部分に生じていた画素データの不連続性が一定の基準より大きい場合には、その不連続性がブロック歪みによるものか、あるいは原画像の特性によるものかに拘らず、画像データのブロック歪み補正は行われず、画素データの不連続性が一定の基準より小さい場合にのみ画像データのブロック歪み補正が行われる。

【0074】これにより、上記基準値 α を、ブロック歪みとして現れる隣接画像ブロック間での画像データの信号レベル差を考慮して設定することにより、大部分のブ

* エッジ判定を行う。

【0069】すなわち、 $|x_{0-1} - x_{-10}| < \text{しきい値 } \alpha$ の関係が成立すれば、エッジが存在すると判定し、上記画像データ x_{0-1} 、 x_{-1-1} 、 x_{-10} を第 2 の加算器 28 d に送る。このとき、上記第 2 の加算器 28 d では、比較器 28 c からの画像データ x_{0-1} 、 x_{-1-1} 、 x_{-10} に対して、下記 (7) 式に示す演算を行って、画像データ x_{-1-1} に対する歪み補正用画像データ x_{-1-1} を作成し、上記バッファ部 27 の格納領域 X_{-1-1} に送り返す。

【0070】

ロック歪みによるエッジを検出することが可能である。また、原画像の特性によりブロック境界付近で輝度が大きく変化している場合に匹敵する程度の、上記基準値以上のブロック歪みによる画像データの信号レベル差は、その発生頻度が上記基準値以下のブロック歪みによる画像データの信号レベル差に比べて小さいものである。で、簡単な回路構成により、ブロック歪み補正処理による復元画像の画質の劣化を抑えつつ、つまり画像全体がばけるのを抑えつつ、ブロック歪み補正を行うことができ、鮮明な画像を再現することができる。

【0075】また、復元画像データのブロック歪み補正処理が行われようとしている未補正画像ブロックに隣接する、該未補正画像ブロックの復元以前に復元されている隣接画像ブロックの復元画像データであって、該未処理画像ブロックに隣接する画素の復元画像データを用いて、該未補正画像ブロックにおける、該隣接画像ブロックとの境界に位置する画素の復元画素データに対してブロック歪み補正処理のための演算処理を施すようにしたので、例えば、図 5 の再生ブロック A の画像データに対して、再生画像ブロック B~D の画像データが復元されるまでの間待つことなく、画像データが再生された画像ブロックに対して順次ブロック歪み補正処理を施すことができる。これにより、画像ブロック毎に信号圧縮されて伝送されてくる画像データの受信側では、画像データの再生のための信号処理に要する時間を大幅に短縮でき、信号処理の高速化を図ることができる。

【0076】なお、上記実施例では、ブロック歪み補正器 120 の演算回路部 28 は、式 (1)、(2)、

(5)、(6)、(7) を用いて歪み補正のための演算を行うように構成されているが、一般的な歪み補正のための演算式は、下記の (8) 式で示されるように、画像データの加算が、加算されるそれぞれの画像データ x_1 、 x_2 、 x_3 に対して係数 a 、 b 、 c (a 、 b 、 $c > 0$) により重み付けして行われるようになっており、上記ブロック歪み補正器は、下記 (8) 式により加算演算が行われるように構成してもよい。しかもこの際、上記各係数 a 、 b 、 c の値を、ブロック歪み補正器の外部から制御可能な構成とすることが望ましい。

【0077】

15

$$x' = (a \times x_1 + b \times x_2 + c \times x_3) / (a + b + c) \cdots (8)$$

また、バッファ部27は、画像データ格納領域の容量を、図5の領域e、f、g、hの画像データだけを格納するだけの最小のメモリ容量としたものであってもよい。

【0078】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データと、該被処理画素の画像ブロックとは異なる画像ブロック内の、該被処理画素の近傍に位置する画素の画像データとの信号レベル差を基準値と比較して、該隣接する画像ブロック境界に該画像データの歪みによるエッジが存在するか否かを検出するエッジ検出手段を備え、該信号レベル差が該基準値未満である時のみ、該隣接する画像ブロックの境界に位置する被処理画素の画像データに対して、該ブロック歪み補正処理を施すようにしたので、上記基準値を、ブロック歪みとして現れる隣接画像ブロック間での画像データの信号レベル差を考慮して設定することにより、大部分のブロック歪みによるエッジを検出することが可能である。

【0079】また、原画像の特性によりブロック境界付近で輝度が大きく変化している場合に匹敵する程度の、上記基準値以上のブロック歪みによる画像データの信号レベル差は、その発生頻度が上記基準値以下のブロック歪みによる画像データの信号レベル差に比べて小さいものであるため、簡単な回路構成により、画像全体にばけを起こすことなくブロック歪みを補正することができる効果がある。

【0080】この発明によれば、復元画像データのブロック歪み補正処理が行われようとしている未補正画像ブロックに隣接する、該未補正画像ブロックの復元以前に復元されている隣接画像ブロックの復元画像データであって、該未補正画像ブロックに隣接する画素の復元画像データを用いて、該未補正画像ブロックにおける、該隣接画像ブロックとの境界に位置する画素の復元画素データに対してブロック歪み補正処理のための演算処理を施すようにしたので、未補正画像ブロックに対するブロック歪み補正処理する際、他の画像ブロックの画像データが復元されるのを待つ必要がなくなり、画像データの受信側にて、画像データの再生のための信号処理に要する時間を大幅に短縮でき、信号処理の高速化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による画像信号伸張装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】上記実施例装置におけるブロック歪み補正器の概略構成を示すブロック図である。

【図3】上記実施例装置におけるブロック歪み補正器のバッファ部のメモリマップを示す模式図である。

【図4】上記実施例の画像信号伸張装置におけるブロッ

16

ク歪み補正器における具体的な構成を示す図である。

【図5】本実施例のブロック歪み補正器においてブロック歪み補正処理が施される画像ブロックとその周辺の画像ブロックの画素領域を模式的に示す図である。

【図6】上記ブロック歪み補正器におけるバッファ部の格納領域（画素領域）上でブロック歪み補正処理が進む様子を示す模式図である。

【図7】従来の画像信号伸張装置の概略構成を示すブロック図である。

【図8】上記従来装置のブロック歪み補正器においてブロック歪み補正処理が施されるブロック境界画素を示す模式図である。

【図9】従来のブロック歪み補正方法においてブロック歪み補正処理が施される画像ブロックとその周辺の画像ブロックを示す模式図である。

【図10】1表示画面の画像データを、所定の画素数の画像ブロックに分割して伝送する場合における、1表示画面に対応する画像ブロックのアドレスマップを示す模式図である。

【符号の説明】

21 復号化器

22 逆量子化器

23 逆DCT器

24 画像バッファ

27 バッファ部

27a 第4のバッファ

27b 第1のセレクト

27c 第2のセレクト

27e 第1のバッファ

27f 第2のバッファ

27h 第3のバッファ

28 演算回路部

28a 第1の加算器

28b 第3のセレクト

28c 比較器

28d 第2の加算器

100 画像信号伸張装置

120 ブロック歪み補正器

130 バッファ回路

D1 符号化データ

D2 復号化データ

D3 逆量子化データ

D4 復元画像ブロックデータ

D5 ブロックデータ

D7 補正復元画像データ

D8 ブロック周辺データ

D9 補正用データ

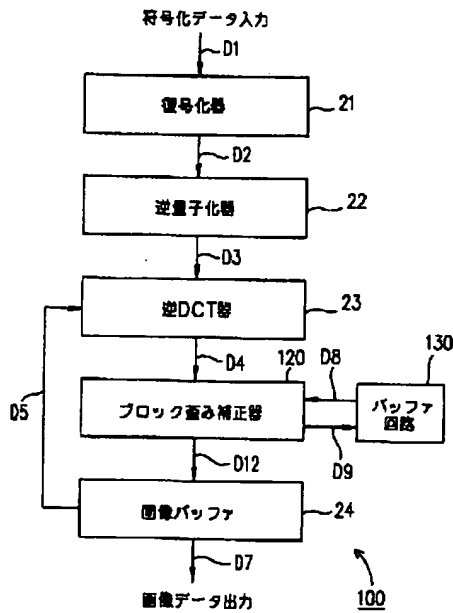
D10 画素データ

D11 補正用画素データ

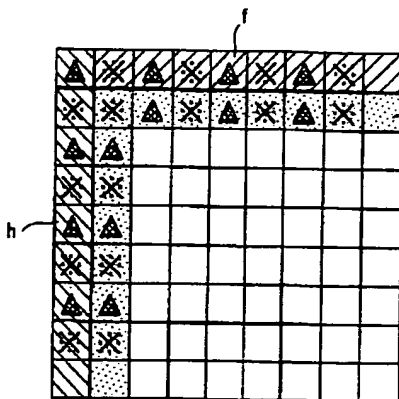
17

- D12 補正復元画像ブロックデータ
 A 現在処理している復元画像ブロック
 B ブロックAの上側に隣接して位置している復元画像ブロック
 C ブロックAの左上に隣接して位置している復元画像ブロック
 D ブロックAの左側に隣接して位置している復元画像ブロック

【図1】



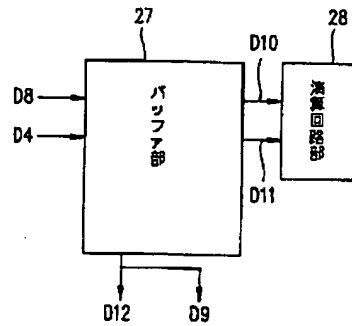
【図6】



18

- I ブロックAの右上に隣接して位置している復元画像ブロック
 f 画像ブロックBのブロック歪み補正に使用する画素領域
 g 画像ブロックCのブロック歪み補正に使用する画素領域
 h 画像ブロックDのブロック歪み補正に使用する画素領域

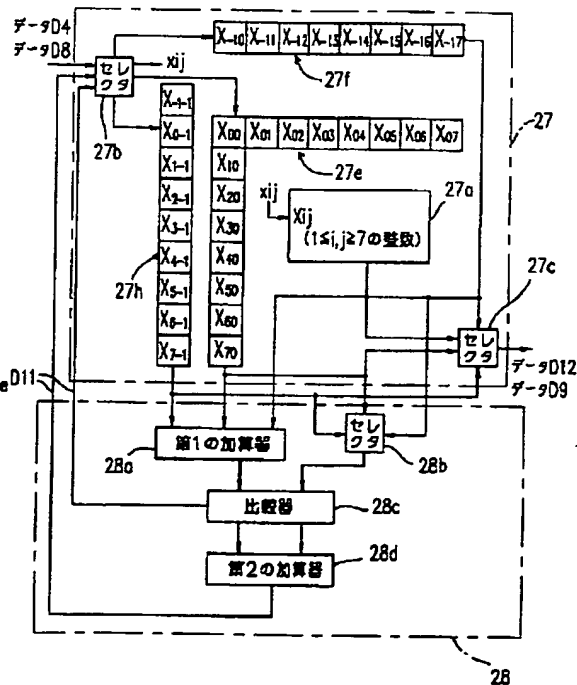
【図2】



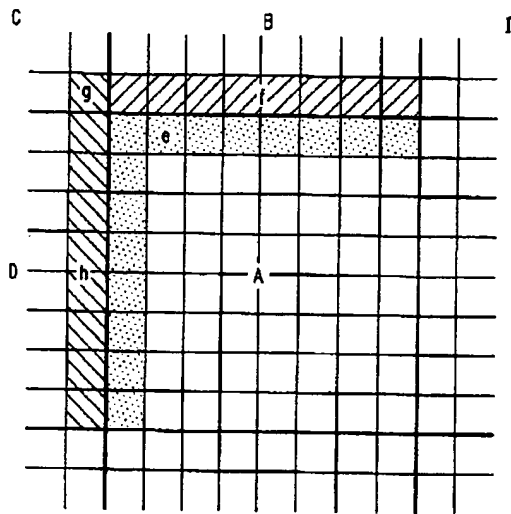
【図3】

| | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| X ₋₁₋₁ | X ₋₁₋₀ | X ₋₁₋₁₁ | X ₋₁₋₁₂ | X ₋₁₋₁₃ | X ₋₁₋₁₄ | X ₋₁₋₁₅ | X ₋₁₋₁₆ | X ₋₁₋₁₇ |
| X ₀₋₁ | X ₀₋₀ | X ₀₋₁₁ | X ₀₋₁₂ | X ₀₋₁₃ | X ₀₋₁₄ | X ₀₋₁₅ | X ₀₋₁₆ | X ₀₋₁₇ |
| X ₁₋₁ | X ₁₋₀ | X ₁₋₁₁ | X ₁₋₁₂ | X ₁₋₁₃ | X ₁₋₁₄ | X ₁₋₁₅ | X ₁₋₁₆ | X ₁₋₁₇ |
| X ₂₋₁ | X ₂₋₀ | X ₂₋₁₁ | X ₂₋₁₂ | X ₂₋₁₃ | X ₂₋₁₄ | X ₂₋₁₅ | X ₂₋₁₆ | X ₂₋₁₇ |
| X ₃₋₁ | X ₃₋₀ | X ₃₋₁₁ | X ₃₋₁₂ | X ₃₋₁₃ | X ₃₋₁₄ | X ₃₋₁₅ | X ₃₋₁₆ | X ₃₋₁₇ |
| X ₄₋₁ | X ₄₋₀ | X ₄₋₁₁ | X ₄₋₁₂ | X ₄₋₁₃ | X ₄₋₁₄ | X ₄₋₁₅ | X ₄₋₁₆ | X ₄₋₁₇ |
| X ₅₋₁ | X ₅₋₀ | X ₅₋₁₁ | X ₅₋₁₂ | X ₅₋₁₃ | X ₅₋₁₄ | X ₅₋₁₅ | X ₅₋₁₆ | X ₅₋₁₇ |
| X ₆₋₁ | X ₆₋₀ | X ₆₋₁₁ | X ₆₋₁₂ | X ₆₋₁₃ | X ₆₋₁₄ | X ₆₋₁₅ | X ₆₋₁₆ | X ₆₋₁₇ |
| X ₇₋₁ | X ₇₋₀ | X ₇₋₁₁ | X ₇₋₁₂ | X ₇₋₁₃ | X ₇₋₁₄ | X ₇₋₁₅ | X ₇₋₁₆ | X ₇₋₁₇ |

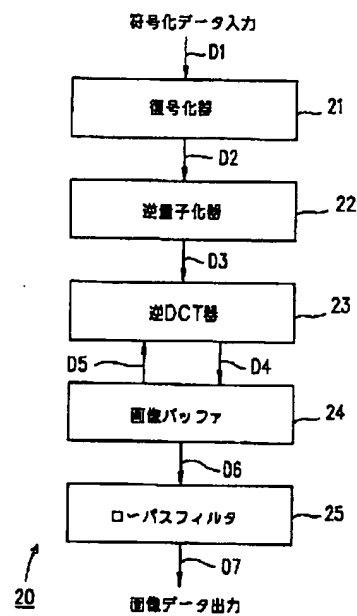
【図4】



【図5】



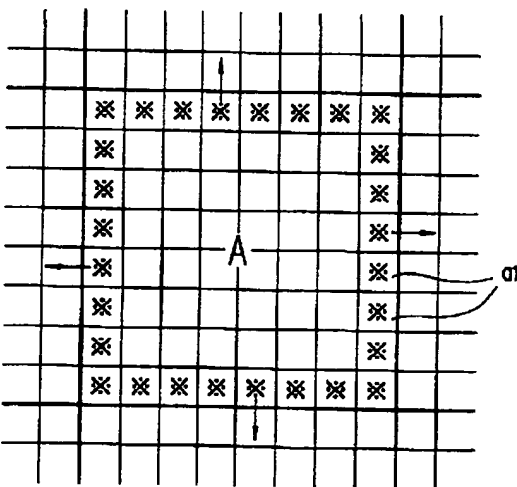
【図7】



【図9】

| | | |
|---|---|---|
| C | B | I |
| D | A | H |
| E | F | G |

【図8】



【図10】

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 |

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H 0 4 N 7/30

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 N 7/133

技術表示箇所

Z

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.